

АППАРАТУРА ДЛЯ ПРОВЕРКИ И НАЛАЖИВАНИЯ ПРИЕМНИКОВ



ГОСЭНЕРГОИЗДАТ

МАССОВАЯ РАДИО БИБЛИОТЕКА

ПОД ОБЩЕЙ РЕДАКЦИЕЙ АКАДЕМИКА А. И. БЕРГА

Выпуск 11

АППАРАТУРА ДЛЯ ПРОВЕРКИ И НАЛАЖИВАНИЯ ПРИЕМНИКОВ

(ЭКСПОНАТЫ 6-й ВСЕСОЮЗНОЙ ЗАОЧНОЙ РАДИОВЫСТАВКИ)



ГОСУДАРСТВЕННОЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО

МОСКВА 1949 ЛЕНИНГРАД

В настоящем выпуске даются описания наиболее интересных конструкций сигнал-генераторов, звуковых генераторов и электронных осциллографов из числа премированных на 6-й заочной радиовыставке и доступных изготовлению радиолюбителями, обладающими опытом в постройке приемников. Книга составлена инж. З. Б. Гинзбургом.

СОДЕРЖАНИЕ

Редактор *В. А. Бурлянд* Технический редактор *Л. М. Фридкин*

Сдано в пр-во 8/V 1948 г. Подписано к печати 10/I 1949 г. Объем 2 п. л.

Уч. авт. л. 2 Формат бумаги 84×108 1/32. Цена 1 р. Тираж 50 000

А-01407 40 000 тип. знак в 1 печ. л. Заказ № 1125

Типография Госэнергоиздата. Москва, Шлюзовая наб., 10.

ПРЕДИСЛОВИЕ

В начальной стадии своей работы радиолюбитель может обойтись простой измерительной аппаратурой—вольтметром, миллиамперметром, омметром и т. п. Но по мере роста его квалификации такой аппаратуры оказывается уже недостаточно и лаборатория радиолюбителя начинает пополняться более сложными приборами, в первую очередь приборами для проверки и налаживания приемников, а затем и другими, вплоть до катодного осциллографа. Особенно нужны такие приборы в лаборатории радиоклубов и радиотехкабинетов.

В настоящий выпуск массовой радиобиблиотеки вошли описания наиболее интересных конструкций сигнал-генераторов, звуковых генераторов и электронных осциллографов из числа премированных на 6-й заочной радиовыставке. Несмотря на свою кажущуюся, на первый взгляд, сложность, любой из этих приборов может быть без особого труда изготовлен радиолюбителем, имеющим некоторый опыт в постройке приемников и другой аппаратуры. Сигнал-генераторы и электронные осциллографы даны в двух вариантах, что позволит радиолюбителю выбрать конструкцию по своим силам.

ПРИБОР ДЛЯ ПРОВЕРКИ И НАЛАЖИВАНИЯ ПРИЕМНИКОВ

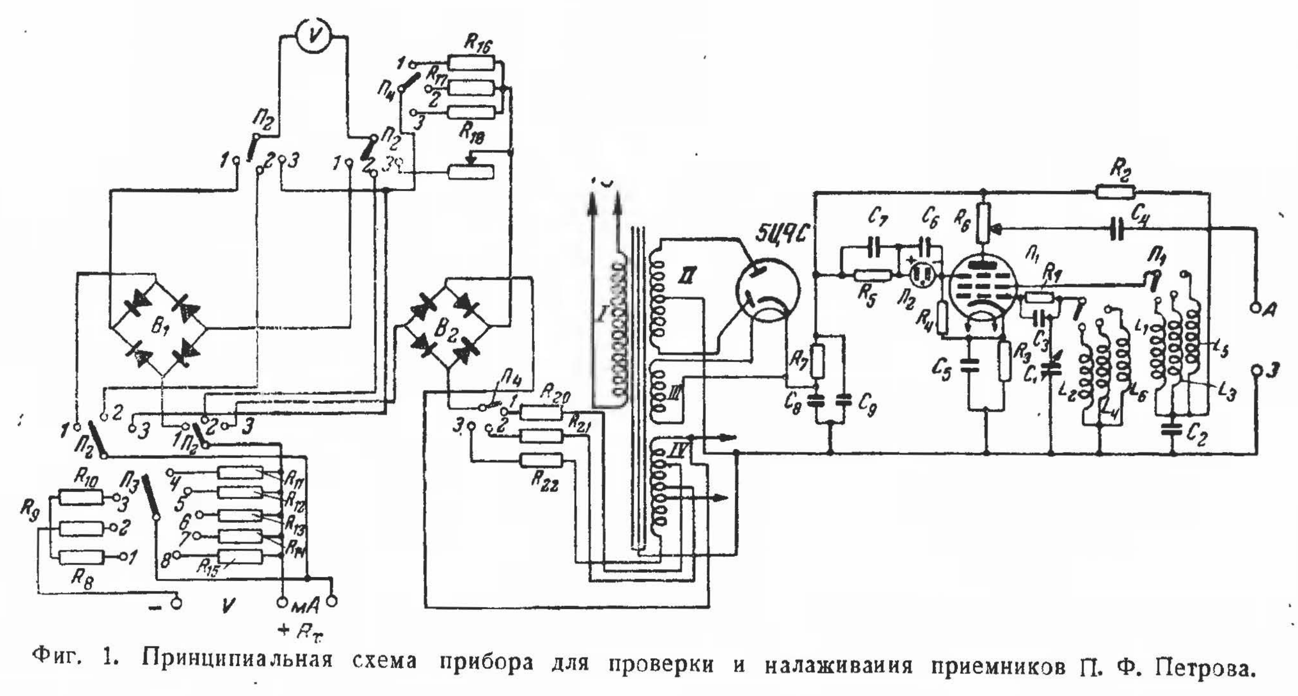
(Экспонат П. Ф. ПЕТРОВА — Ленинград)

Современный радиоприемник трудно наладить без соответствующей измерительной и вспомогательной аппаратуры. При этом в первую очередь необходим так называемый «стандарт-сигнал», т. е. генератор, создающий высокочастотные колебания в определенном диапазоне частот. Кроме генератора необходим также вольтметр с большим внутренним сопротивлением—для измерения напряжения на отдельных участках схемы приемника, миллиамперметр — для измерения анодных токов и омметр — для проверки сопротивлений. Прибор, сконструированный ленинградским радиолюбителем П. Ф. Петровым, описание которого приводится ниже, содержит в себе все эти элементы и поэтому может считаться универсальным прибором для проверки и налаживания приемников. Вместе с тем прибор т. Петрова отличается большой простотой как в отношении схемы, так и конструкции и может быть построен каждым радиолюбителем.

* * *

Принципиальная схема прибора показана на фиг. 1. Она состоит из двух частей: из генератора высокочастотных колебаний (правая часть) и универсального измерительного прибора (левая часть схемы). Гетеродин работает на лампе 6Ж7. Включение его не совсем обычно: для генерирования колебаний высокой частоты используются управляющая и экранная сетки, а для модуляции колебаний звуковой частоты — пентодная сетка. Таким образом, экранная сетка играет роль анода высокочастотного генератора, а в цепи анода получаются уже модулированные колебания.

Весь диапазон частот гетеродина разбит на три поддиапазона, для каждого из которых имеются по две связанные между собой индуктивно катушки — сеточная и анодная. Переключение катушек осуществляется сдвоенным переклю-



Фиг. 1. Принципиальная схема прибора для проверки и налаживаиия приемников П. Ф. Петрова.

чателем $П_1$. Для настройки на нужную частоту служит переменный конденсатор C_1. Напряжение на анод гетеродина (экранную сетку) подается через сопротивление R_2.

Для получения необходимых для модуляции низкочастотных колебаний служит неоновая лампа $Л_2$. В данном приборе применена лампа типа Осрам-4, но она может быть заменена любой малогабаритной неоновой лампой сигнального типа. Необходимую частоту модулирующих колебаний получают, подбирая величины R_5, C_6 и C_7. Получающиеся в анодной цепи лампы $Л_1$ модулированные высокочастотные колебания подаются через разделительный конденсатор C_4 на выходные зажимы *А* и *З*. Переменное сопротивление R_6 является анодной нагрузкой и одновременно регулятором уровня выходного напряжения.

Для питания генератора применен двухполупериодный выпрямитель, собранный на лампе 5Ц4-С. В качестве фильтра служат сопротивление R_6 и конденсаторы C_8 и C_9.

Данные схемы следующие: C_1 — 560 *мкмкф* с начальной емкостью 9 *мкмкф*; C_2 — 0,2 *мкф*; C_3 — 110 *мкмкф*; C_4 — 850 *мкмкф*; C_5 — 0,5 *мкф*; C_6 — 3 000 *мкмкф*; C_7 — 3 000 *мкмкф*; C_8 и C_9 электролитические на 270 *в* — по 4 *мкф*; R_1 — 0,1 *мгом*; R_2 — 0,3 *мгом*; R_3 — 1 630 *ом*; R_4 — 0,12 *мгом*; R_5 — 6 *мгом*; R_6 — 0,1 *мгом*, переменное; R_7 (проволочное) — 25 000 *ом*. Катушки контуров намотаны на каркасах диаметром 12 *мм* и имеют следующие данные: L_1 — 12 витков ПЭШО 0,12; L_2 — 7 витков ПЭШО 0,8; L_3 — 126 витков ПЭШО 0,12; L_4 — 43 витка ПЭШО 0,12; L_5 — 128 витков ПЭШО 0,12; L_6 — 485 витков ПЭШО 0,12. Силовой трансформатор собран на железе с сечением 8 *см*^{2}. Сетевая обмотка имеет 1 014 витков ПЭ 0,4; повышающая — $2 \times 1\,840$ витков ПЭ 0,12; обмотка накала кенотрона — 40 витков ПЭ 0,8; обмотка накала лампы 6Ж7 и питания омметра — 64 витка ПЭ 0,7 на общее напряжение 8 *в*, с отводами на 1,5; 5 и 6,3 *в*.

Универсальный измерительный прибор дает возможность производить следующие измерения:

1. Напряжения постоянного и переменного тока до 500 *в* со шкалами: 0—5 *в*, 0—25 *в* и 0—500 *в*.

2. Силы тока постоянного и переменного до 5 *а* со шкалами: 0—5 *ма*, 0—50 *ма*, 0—500 *ма* и 0—5 *а*.

3. Сопротивлений — до 2 *мгом*, со шкалами: 0—50 *ом*, 0—50 000 *ом*, 0—250 000 *ом* и 0—2 *мгом*.

Основной деталью этой части схемы является измерительный прибор. Он должен иметь, по возможности, большую чувствительность с тем, чтобы при использовании его в качестве

вольтметра, внутреннее сопротивление последнего было достаточно большим. В данной конструкции применен миллиамперметр, дающий полное отклонение стрелки при токе 0,25 *ма*. При этом сопротивление вольтметра составляет 4 000 *ом* на вольт, что вполне достаточно для большинства радиолюбительских измерений.

В схеме имеются три переключателя: $П_2$ представляет счетверенный переключатель на три положения. Он служит для переключения миллиамперметра на измерения по постоянному или переменному току или на измерения сопротивлений. $П_3$ является переключателем пределов измерений; его контакты *1*, *2* и *3* используются для измерения напряжений на 500, 50 и 5 *в*, а контакты *5, 6, 7* и *8* — для измерения токов до 5; 50; 500 *ма* и 5 *а*. При измерении сопротивлений ползунок переключателя $П_3$ ставится на контакт *4*, а сдвоенным переключателем $П_4$ выбирается нужный предел измерений.

Переменное сопротивление R_{19} служит для установки стрелки на нуль при использовании прибора в качестве омметра.

Для выпрямления измеряемых напряжений или токов служит купроксный или селеновый выпрямитель B_1, собранный по схеме моста. Второй выпрямитель B_2 используется при измерениях сопротивлений.

На переднюю панель выведены три контакта. Левый и средний используются при измерениях напряжений, а правый и средний — при измерениях силы тока и сопротивлений.

Величины всех указанных в схеме сопротивлений R_8—R_{22} зависят от чувствительности и внутреннего сопротивления применяемых миллиамперметра и купроксного выпрямителя; точные значения их лучше подобрать опытным путем, а ориентировочные величины их: R_8—2 *мгом*, R_9—100 000 *ом*; R_{10} — 20 000 *ом*.

Положение переключателей при различного рода измерениях следующее:

1. Измерение напряжения постоянного тока: переключатель $П_2$—на контакте *1*; $П_3$—на одном из контактов *1*, *2* и *3* в зависимости от выбранного предела измерений.

2. Измерение силы постоянного тока: $П_2$—на контакте *1*; $П_3$—на одном из контактов *5, 6, 7* или *8*.

3. Измерение напряжения переменного тока: $П_2$—на контакте *2*; $П_3$—на *1*, *2* или *3*.

4. Измерение силы переменного тока: $П_2$—на контакте *2*; $П_3$—на *5, 6, 7* или *8*.

5. Измерение сопротивлений: $П_2$ — на контакте *3*, *П* — на контакте *4*; $П_4$—на одном из контактов, *1*, *2* или *3* в зависимости от величины измеряемых сопротивлений. Перед измерением сопротивления следует замкнуть накоротко выходные контакты (правый и средний); вращая ручку переменного сопротивления R_{19}, добиваются такого положения, при котором стрелка измерительного прибора устанавливается на нуль. Следует учесть, что при градуировке прибора на омы нуль шкалы будет находиться с правой ее стороны.

Каждая часть установки смонтирована на отдельном шасси, которые затем вставляются в общий деревянный ящик.

УНИВЕРСАЛЬНЫЙ СИГНАЛ-ГЕНЕРАТОР

(Экспонат К. В. КРАВЧЕНКО—г. Львов)

Основное преимущество сигнал-генераторов вроде прибора для проверки и налаживания приемников П. Ф. Петрова заключается в простоте их схемы и легкости изготовления, что делает их вполне доступными для рядового радиолюбителя. Но квалифицированного радиолюбителя, у которого конструкторская работа неразрывно связана с экспериментальной, такого рода приборы уже удовлетворить не могут. Им нужен прибор более совершенный, не только обеспечивающий стабильную и точную работу, но и дающий возможность производить ряд измерений, которые не удается осуществить с приборами простых типов. Получающееся при этом некоторое усложнение схемы вполне окупается достоинствами такого прибора. К категории таких усовершенствованных измерительных аппаратов относится универсальный сигнал-генератор, построенный львовским радиолюбителем К. В. Кравченко.

При постройке автору пришлось проделать довольно большую экспериментальную работу, знакомство с которой полезно для читателя.

В основу прибора положена схема транзитронного генератора, как дающего наибольшую стабильность частоты.

Первый вопрос, который пришлось разрешать экспериментально, касался выбора генераторной лампы и ее режима, при котором содержание гармоник было бы минимальным, а предельная генерируемая частота была бы по возможности большей. С этой целью были испробованы лампы 6Ж7, 6К7, 6Л7, RV-12P-2000, EF6, EF9, EF12 и EF14 при различных режимах напряжений на всех электродах. Наилучшие результаты показала лампа EF14, у которой удалось получить максималь-

ную отрицательную крутизну характеристики, а частоту колебаний довести до 50 *мггц*.

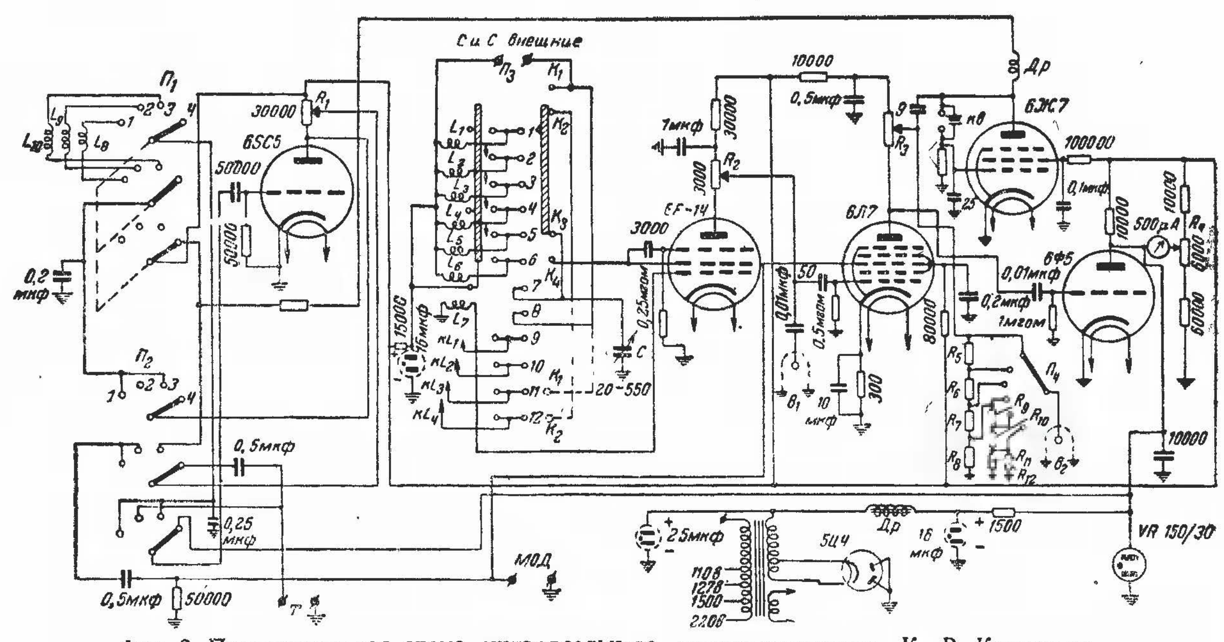
Другой вопрос касался способа снятия колебаний с генераторной лампы, передачи их на буфер-модулятор и регулирования амплитуды высокочастотных колебаний. Регулятор должен обеспечивать плавное изменение амплитуды от нуля до максимума, оказывая при этом возможно меньшее влияние на частоту генерируемых колебаний. Применяемый обычно способ регулирования с помощью изменения напряжения на электродах пришлось исключить, так как, давая удовлетворительные результаты на одном из поддиапазонов, он приводил к срыву генерации на другом или сильно влиял на частоту колебаний. Значительно лучшие результаты дал потенциометр, включенный в цепь анода генераторной лампы. Потенциометр, обеспечивая хорошую регулировку амплитуды, не оказывал в то же время заметного влияния на стабильность частоты.

От генератора высокочастотные колебания должны поступать на буфер-модулятор. Последний должен представлять собой усилитель, в котором одновременно можно было бы осуществлять модуляцию высокочастотных колебаний. От применения в нем настроенных контуров пришлось отказаться, так как при этом сильно усложняется схема и коммутация и, кроме того, не получается достаточной равномерности усиления по всему диапазону. Наиболее подходящим здесь оказался каскад апериодического усиления. Из всех испробованных для буфера-модулятора ламп выбор остановился на лампе 6Л7. Хотя она дает на наиболее высоких частотах диапазона небольшое усиление, но зато позволяет просто осуществить модуляцию, используя для этой цели третью сетку.

В качестве индикатора уровня высокочастотных колебаний на входе делителя (аттенюатора) были испробованы различные схемы катодных вольтметров, а также индикатора с лампой 6Е5. Автор остановился на схеме вольтметра с сеточным детектированием, который, обладая большой чувствительностью, позволил применить для отсчета обычный магнитоэлектрический прибор со шкалой до 0,5—1,0 *ма*.

После проведения всех экспериментов схема сигнал-генератора приняла окончательный вид, показанный на фиг. 2.

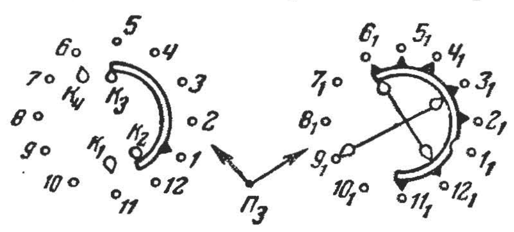
Генератор работает на лампе EF14 и имеет диапазон от 76 *кгц* до 33 *мггц*, который разбит на 6 поддиапазонов: от 76 до 240 *кгц*, от 210 до 620 *кгц*, от 570 до 1 650 *кгц*, от 1 500 до 4 600 *кгц*, от 4 до 16 *мггц* и от 12 до 33 *мггц*. Этот диапазон перекрывается с помощью шести катушек L_1—L_6, обра-



Фиг. 2. Принципиальная схема универсального сигнал-генератора К. В. Кравченко.

зующих совместно с переменным конденсатором C колебательный контур.

Переключатель диапазонов $П_3$ имеет несколько усложненную конструкцию, благодаря которой каждая из четырех первых катушек может работать не только с переменным конденсатором контура, но и с любым внешним конденсатором, присоединяемым к специальным клеммам «L и C внешние». Точно так же и переменный конденсатор генератора может составлять колебательный контур с любой внешней катушкой индуктивности. Это расширяет сферу использования сигнал-генератора и позволяет использовать его также для измерения индуктивностей и емкостей. Схематическое устройство переключателя $П_3$ показано на фиг. 3. Если радиолюбитель



Фиг. 3. Схематическое устройство переключателя диапазонов $П_3$.

не считает для себя нужным использовать внешние катушки и емкости, то схему переключения можно значительно упростить, применив обыкновенный переключатель на 6 положений.

Данные катушек: L_1 — 5700 *мкгн*, L_2 — 870 *мкгн*, L_3 — 128 *мкгн*, L_4 — 18,5 *мкгн*, L_5 — 2,3 *мкгн*, L_6 — 1,4 *мкгн*. Добавочная катушка связи (для L_6) L_7 — 0,9 *мкгн*.

Буферный каскад, собранный на лампе 6Л7, осуществляет модуляцию колебаний звуковой частотой, которая подается от генератора звуковой частоты (лампа 6SC5) или от внешнего источника, на третью ее сетку через гнезда „Мод". Модулированные колебания снимаются с переменного сопротивления R_3, являющегося анодной нагрузкой лампы, и подаются через делитель напряжения, состоящий из сопротивлений R_5—R_{12} и переключателя $П_4$, на выходной зажим B_2. Сопротивление R_3 играет роль плавного аттенюатора.

Катодный вольтметр собран на лампе 6Ф5 или триодной части лампы 6Г7. Вольтметр измеряет напряжение высокой частоты, подаваемое на вход аттенюатора. Для установки прибора на нуль служит переменное сопротивление R_4. Регу-

лировка напряжений высокочастотных колебаний осуществляется переменным сопротивлением R_2, включенным в анодную цепь лампы EF14.

Генератор звуковой частоты собран на лампе 6C5 и дает три фиксированные частоты в 200, 600 и 2 000 *гц*, установка на которые осуществляется с помощью переключателя на четыре положения $П_1$, состоящего из трех плат. При положении *4* включается кварцевый генератор без модуляции. Глубина модуляции регулируется переменным сопротивлением R_1, который служит также регулятором громкости при прослушивании биений.

Переключатель $П_2$ позволяет использовать лампу 6SC5 для различных цепей. В положении *1* переключателя лампа работает как генератор звуковой частоты, при этом колебания поступают как на модулятор, так и на клеммы «Мод»: положение *2* переключателя служит для использования внешнего источника звуковой частоты; при положении *3* переключателя $П_2$ колебания от звукового генератора подаются на кварцевый генератор и, наконец, при положении *4* переключателя каскад используется как усилитель для прослушивания биений между колебаниями основного и вспомогательного кварцевого генератора или между основным генератором и внешним источником колебаний, например, гетеродином приемника. Для прослушивания биений предусмотрены гнезда *Т*, в которые включаются телефонные трубки.

Вспомогательный кварцевый генератор работает на лампе 6Ж7 и имеет гнезда для включения сменных кварцев. Модуляция генератора — анодная. Этот генератор используется для градуировки и калибровки основного генератора, а также как источник колебаний фиксированной частоты, например, при настройке каскадов промежуточной частоты приемников и т. п.

Питание всего устройства осуществляется от однополупериодного выпрямителя на лампе 5Ц4. Сетевая обмотка силового трансформатора секционирована и рассчитана на напряжение в 110, 127, 150 и 220 *в*. В анодную цепь выпрямителя включена неоновая лампа типа VR150/30, которая совместно с сопротивлением в 1 500 *ом* является стабилизатором анодного напряжения.

ГЕНЕРАТОР ЗВУКОВЫХ КОЛЕБАНИЙ

(Экспонат Б. А. МЕДВЕДЕВА — Ленинград)

Звуковой генератор является одним из основных измерительных приборов, с помощью которого можно легко и быст-

ро наладить и отрегулировать любой усилитель низкой частоты, громкоговоритель или звукозаписывающую установку. При наличии же катодного осциллографа и высокочастотного гетеродина он дает возможность производить все необходимые измерения и исследования радиоприемников, усилителей и другой радиоаппаратуры.

Звуковой генератор должен давать колебания в широком диапазоне частот от 30 до 10 000—15 000 *гц*, причем изменение частоты колебаний должно быть плавным, а форма колебаний возможно ближе подходить к синусоидальной. При этом мощность и напряжение генерируемых колебаний должны быть достаточны для питания входных цепей измеряемых устройств и присоединенных к ним измерительных приборов. Из существующих в настоящее время типов генераторов всем этим требованиям удовлетворяет только генератор на биениях. Он состоит обычно из двух высокочастотных генераторов, преобразователя частоты и усилителя низкой частоты. Практически схема его еще усложняется необходимостью применения: буферного каскада, фильтра высокой частоты и т. д. Изготовить такой генератор своими силами довольно сложно и обходится он сравнительно дорого.

Б. А. Медведев разработал и построил звуковой генератор, работа которого основана на совершенно ином принципе. Он принадлежит к классу генератора RC, т. е. генераторов, не имеющих катушек индуктивности и генерирующих непосредственно низкочастотные колебания. Он прост по своему устройству и постройка его обходится значительно дешевле генератора на биениях, так как он состоит всего лишь из трех ламп, нескольких конденсаторов постоянной емкости, обычного сдвоенного блока переменных конденсаторов и сопротивлений; катушки, фильтры, преобразовательные и буферные каскады в нем отсутствуют. По качеству же работы такой генератор не уступает генератору на биениях.

Работа генератора

Описываемый звуковой генератор имеет плавно перекрываемый диапазон частот от 30 до 12 000 *гц*, разбитый на три поддиапазона. Мощность на выходе—0,1—0,2 *вт*. Выходное напряжение может меняться от 0 до 2 *в* и от 0 до 80 *в*.

Прежде чем перейти к описанию устройства генератора, остановимся на принципе его работы.

Как известно, для превращения любого усилителя в генератор необходимо часть его выходного напряжения подать об-

обычного резонансного контура, хотя потенциометр и не содержит катушек индуктивности, необходимых для образования такого контура.

Рассмотрим теперь работу этого потенциометра с точки зрения фазы.

Можно показать, что напряжение U_2 будет находиться в фазе с напряжением U только на той частоте, при которой произведение из емкостных сопротивлений конденсаторов C_1 и C_2 будет равно произведению омических сопротивлений R_1 и R_2. Если при этом сопротивление конденсаторов C_1 и C_2 и сопротивления R_1 и R_2 равны между собой, то U_2 будет наибольшим (и будет равно примерно 33% от U).

Это значит, что если для этой частоты осуществляются условия самовозбуждения, то для всякой другой частоты как условие фаз, так и условие амплитуд нарушается. Следовательно, наш генератор должен будет генерировать только одну частоту и давать синусоидальные колебания.

Конечно, применив в цепи обратной связи обычный колебательный контур, мы также получили бы генератор синусоидальных колебаний.

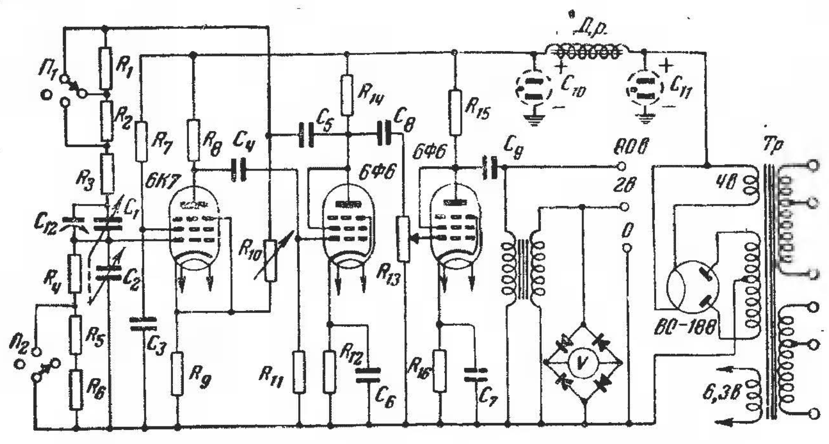
Однако, потенциометр, кроме своей простоты и дешевизны обладает еще другим, более значительным, преимуществом перед колебательным контуром. Так, для изменения частоты потенциометром, например, в 10 раз потребуется изменить R или C также в 10 раз, тогда как в обычном контуре для этого пришлось бы изменить L или C в 100 раз.

Для звукового генератора, имеющего обычно диапазон от 25 до 15 000 *гц*, отношение частот равно 600. Следовательно для осуществления плавного перекрытия этого диапазона обычным контуром пришлось бы изменять L или C в 36 000 раз, что практически сделать весьма сложно. Между тем, перекрытие этого же диапазона частот при помощи потенциометра не составляет труда. Так как обычный переменный конденсатор изменяет свою емкость более чем в 10 раз, то, разбив весь диапазон на три части, можно не только перекрыть весь диапазон, но получить еще и достаточный запас перекрытия между поддиапазонами.

Схема генератора

Схема звукового генератора (фиг. 7), как уже говорилось выше, весьма проста и мало отличается от обычного усилителя на сопротивлениях. Плавное изменение частоты производится переменными конденсаторами C_1 и C_2, представляющими собой обычный сдвоенный агрегат.

Изменение же частоты скачками осуществляется переключением сопротивлений при помощи переключателей $П_1$ и $П_2$. Величина напряжения, передаваемого на сетку первой лампы, составляет одну треть от напряжения на аноде второй лампы; такая величина оказывается слишком большой по сравнению с той, какая необходима для обеспечения самовозбуждения. Поэтому в схему введена отрицательная обратная связь, подаваемая при помощи сопротивлений R_9 и R_{10}. Величина отрицательной обратной связи берется такой, чтобы коэффициент усиления двух первых ламп был равен приблизительно трем.



Фиг. 7. Принципиальная схема звукового генератора.

Для обеспечения работы генератора вблизи порога генерации, что необходимо для получения наиболее правильной формы колебаний, сопротивление R_{10} делается переменным.

Третья лампа является усилителем мощности и, кроме того, служит для предотвращения влияния нагрузки на частоту генерируемых колебаний. Напряжение звуковой частоты, подаваемое на сетку усилительной лампы, регулируется потенциометром R_{13}.

Выход последнего каскада выполнен по схеме сопротивление—трансформатор (параллельное питание). При этой схеме выходной трансформатор работает без подмагничивающего тока и позволяет получать на выходе два напряжения при наличии у него только одной вторичной обмотки. Высоковольтный выход (до 80—100 *в*) предназначен для подачи колебаний на катодный осциллограф. В этом случае можно не применять усилителя в самом осциллографе и, следовательно,

Обозначение	Наименование	Величина	Обозначение	Наименование	Величина
R_1	Постоянное сопротивление	5 *мгом*	R_{15}	Постоянное сопротивление	15 000 *ом*
R_2	То же	1 *мгом*	R_{16}	То же	1 600 *ом*
R_3	" "	0,15 *мгом*	C_1	Переменный конденсатор	500 *мкмкф*
R_4	" "	0,15 *мгом*			
R_5	" "	1 *мгом*	C_2	То же	500 *мкмкф*
R_6	" "	5 *мгом*	C_3	Постоянный конденсатор	0,25 *мкф*
R_7	" "	0,5 *мгом*			
R_8	" "	0,1 *мгом*	C_4	То же	0,5 *мкф*
R_9	" "	8 000 *ом*	C_5	" "	0,5 *мкф*
R_{10}	Переменное сопротивление	50 000 *ом*	C_6	" "	10 *мкф*
			C_7	" "	10 *мкф*
R_{11}	Постоянное сопротивление	0,25 *мгом*	C_8	" "	0,5 *мкф*
			C_9	" "	1 *мкф*
R_{12}	То же	3 200 *ом*	C_{10}	Конденсатор электролитический	20 *мкф*
R_{13}	Переменное сопротивление	0,5 *мгом*			
			C_{11}	То же	10 *мкф*
R_{14}	Постоянное сопротивление	12 000 *ом*	C_{12}	Полупеременный конденсатор	50 *мкмкф*

не требуется, так как незначительное усиление, приходящееся на каскад, и относительно небольшие напряжения, действующие в цепях, исключают возможность взаимного влияния, способного ухудшить работу генератора.

На передней панели расположены: ручка настройки на заданную частоту (от блока переменных конденсаторов), ручка регулировки возбуждения (от переменного сопротивления R_{10} в цепи обратной отрицательной связи), ручка регулировки выходного напряжения (от переменного сопротивления R_{13}) и ручка переключения поддиапазонов (от переключателя сопротивлений $П_1$—$П_2$). Кроме того, на этой же панеле помещен вольтметр и три выходные клеммы.

Налаживание

Собранный генератор должен заработать сразу же после сборки, если, конечно, не допущено ошибок при монтаже. Все налаживание сводится лишь к тому, чтобы установить порог генерации на всех поддиапазонах при одном и том же положении регулятора возбуждения. Достигается это изменением соотношения сопротивлений, находящихся в верхней и нижней частях потенциометра обратной положительной связи. Следует иметь в виду, что увеличение сопротивления верхней ча-

сти потенциометра ослабляет обратную связь, а увеличение сопротивления нижней его части—увеличивает ее.

Далее надо убедиться в том, что между соседними поддиапазонами имеется достаточное перекрытие. Для этого к выходу генератора подключают динамик или телефон и проверяют на слух, можно ли получить одну и ту же частоту на двух соседних поддиапазонах. Для подгонки частот следует изменять величины сопротивлений в цепи потенциометра положительной обратной связи.

Так как параллельно конденсатору переменной емкости в нижней части потенциометра приключена входная емкость лампы, то для уравнивания емкостей по диапазону в схеме имеется полупеременный подстроечный конденсатор C_{12}, включенный параллельно переменному конденсатору C_1. При налаживании генератора емкость подстроечного конденсатора устанавливают такой величины, чтобы возбуждение начиналось в любой части поддиапазона при одном и том же положении ручки потенциометра обратной отрицательной связи. Увеличение емкости C_{12} способствует самовозбуждению на высоких частотах каждого поддиапазона, а уменьшение ее затрудняет генерацию высоких частот. На низких частотах каждого поддиапазона емкость подстроечного конденсатора почти не изменяет порога генерации.

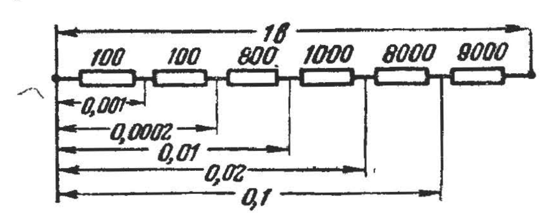
Градуировка

Градуировку лучше всего производить с помощью другого точно отградуированного звукового генератора. Если же этого сделать не представляется возможным, то довольно точно можно отградуировать его одним из следующих способов.

При наличии катодного осциллографа используется частота городской сети (50 *гц*), с которой синхронизируется развертка осциллографа. Подсчитывая на экране осциллографа число периодов, подаваемых от генератора, можно получить ряд точек до 500 *гц* через каждые 50 *гц*. Затем, установив частоту развертки осциллографа так, что при частоте генератора в 500 *гц* на экране уложился бы один период, и повторяя всю операцию, получают следующий ряд точек через каждые 500 *гц* вплоть до 5 000 *гц*. Таким способом, можно проградуировать генератор в пределах всего диапазона частот. При отсутствии осциллографа генератор можно довольно точно отградуировать по роялю или пианино. У рояля, настроенного по камертону, частота среднего «до» имеет частоту в 256 *гц*. Каждое следующее «до» имеет по сравнению с пре-

дыдущим удвоенную частоту. Приключив к генератору динамик и подбирая на слух совпадение высоты тона рояля и генератора, можно получить большое количество точек в диапазоне частот от 36 до 8 000 *гц*.

При измерении усилителей и радиоприемников нужно подавать на их входы очень малые напряжения—порядка нескольких милливольт. Для уменьшения напряжения следует собрать делитель, собранный в виде потенциометра из постоянных сопротивлений, как это показано на фиг. 9. Такой де-



Фиг. 9. Схема делителя напряжения для звукового генератора.

литель, подключаемый к выходным зажимам генератора, позволяет уменьшать его напряжение в 10, 50, 100, 500 и 1 000 раз. Подключая провода к тому или иному отводу от делителя, можно получать самые различные напряжения, начиная с долей милливольта.

ЭЛЕКТРОННЫЙ ОСЦИЛЛОГРАФ

(Экспонат А. Е. Абрамова — Москва)

При налаживании приемной, усилительной и в особенности телевизионной аппаратуры, а также при исследовании различных процессов, связанных с колебаниями звуковой и высокой частоты, большую помощь оказывает электронный осциллограф, позволяющий не только измерять, но и непосредственно наблюдать форму и характер тех или иных колебаний. Конструкции самодельных осциллографов в нашей популярной литературе до сих пор описаны не были. Вместе с тем, осциллограф, сравнительно простой по схеме и выполнению, принесет большую пользу как в лаборатории радиоклуба или радиокружка, так и в конструкторской деятельности отдельного радиолюбителя. Конструкция именно такого прибора разработана и выполнена А. Е. Абрамовым.

* * *

Хотя описываемый осциллограф был разработан для специальных исследований скрипичных инструментов, он с успехом

может быть применен для наблюдений за формой кривой напряжения различных цепей радиоприемников, телевизоров и другой аппаратуры. Применив электронную трубку типа LB7/15 и подобрав оптимальный режим ее питания с пониженным напряжением на втором аноде, автору удалось добиться высокой чувствительности прибора и получить отклонение луча в 2 *мм* на 1 *в*. Используя весь тракт усиления по вертикали, с таким прибором можно наблюдать кривые переменных напряжений, имеющих амплитуды порядка 1 *мв*.

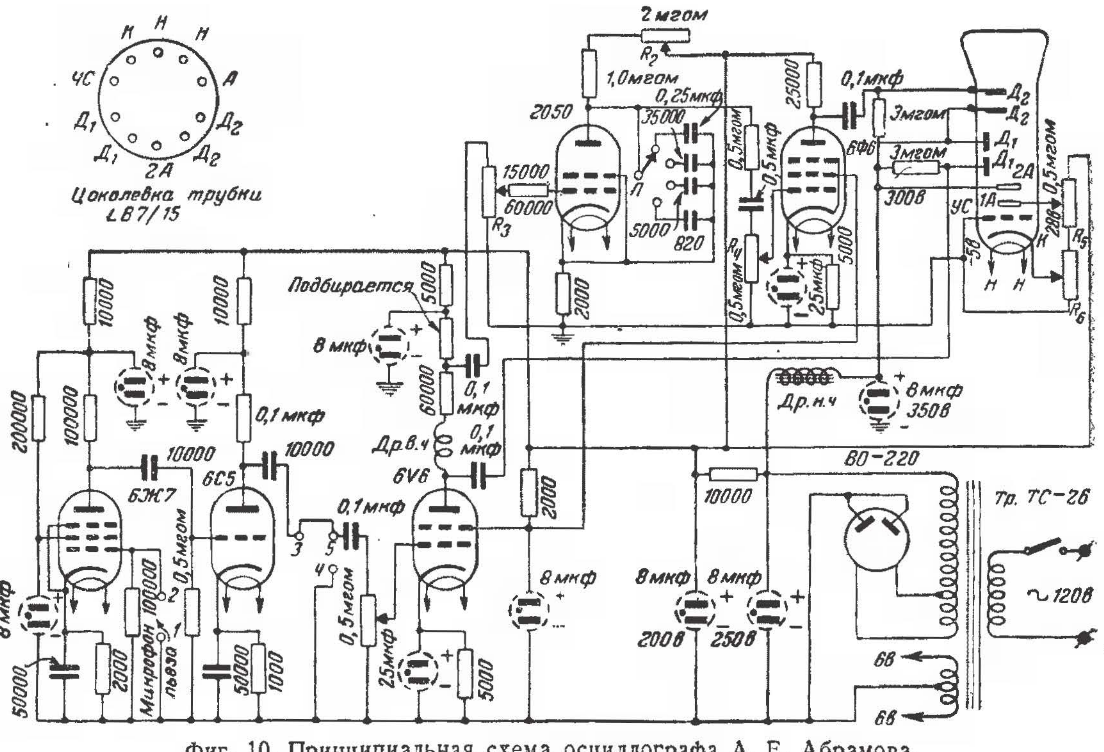
Схема осциллографа показана на фиг. 10. Левая часть схемы представляет собой трехкаскадный усилитель по вертикали, работающий на лампах 6Ж7, 6С5 и 6V6. Исследуемое напряжение подводится к зажимам *1-2*, а зажимы *3-5* замыкаются накоротко перемычкой. Если в таком большом усилении нет необходимости, то исследуемое напряжение подключается к зажимам *4-5*, а перемычка с зажимов *3-5* снимается. В этом случае в усилителе используется только один каскад. Регулировка амплитуды производится переменным сопротивлением R_1.

Генератор пилообразных колебаний, необходимых для развертки, работает на лампе 2050. Изменение частоты скачками производится переключателем *П*, подсоединяющим к анодной цепи лампы конденсаторы различной величины. Для плавного изменения частоты служит переменное сопротивление R_2. Синхронизационные импульсы подаются на сетку лампы через регулятор R_3. Данная схема обеспечивает очень устойчивую и постоянную синхронизацию.

Усилитель по горизонтали—однокаскадный. Он работает на лампе 6Ф6. Изменение амплитуды пилообразных колебаний, подаваемых на отклоняющие пластины трубки, осуществляется переменным сопротивлением R_4. Для регулировки яркости луча и фокусировки служат сопротивления R_5 и R_6.

В данной схеме выпрямительная часть значительно упрощена. Обычно для катодного осциллографа необходим сложный трансформатор и два кенотрона. В данной конструкции применен типовой трансформатор ТС-26, на который дополнительно помещена обмотка накала трубки, и всего лишь один кенотрон. Электронная трубка работает при следующем режиме: напряжение на втором аноде—250—300 *в*, напряжение на первом аноде—25—28 *в*, смещение на управляющей сетке—минус 5 *в*.

Все устройство заключено в металлический ящик высотой 205 *мм*, шириной 150 *мм* и глубиной 250 *мм*.



Фиг. 10. Принципиальная схема осциллографа А. Е. Абрамова.

Осциллограф рассчитан на развертку частот до 20 *кгц*. При желании с его помощью можно наблюдать форму и характер звуковых колебаний, для чего к зажимам *1-2* присоединяется пьезоэлектрический микрофонный капсуль.

ЭЛЕКТРОННЫЙ ОСЦИЛЛОГРАФ

(Экспонат Л. Г. Андрейко—Баку)

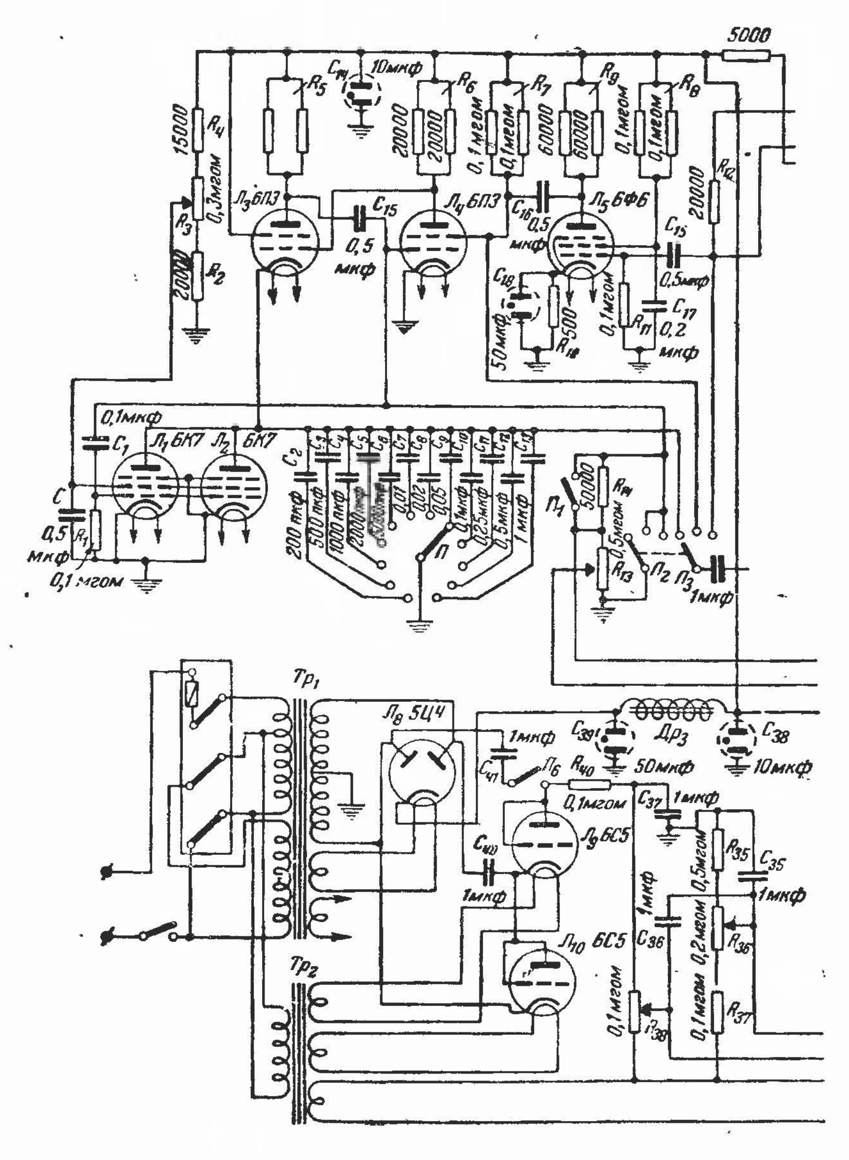
Другим вариантом электронного осциллографа является конструкция, осуществленная бакинским радиолюбителем Л. Г. Андрейко. Разработанный им осциллограф, хотя имеет более сложную схему, чем описанный выше осциллограф А. Е. Абрамова, но зато область применения его значительно расширяется. Осциллограф пригоден для исследования колебаний в очень широком диапазоне частот — от 30 *гц* до 20 *мггц*. Двухкаскадный усилитель по вертикальной оси делает его достаточно чувствительным—он дает отклонение луча до 15 ÷ 25 *мм* на каждый вольт подведенного к нему напряжения. При включении усилителя фаза исследуемого напряжения не переворачивается. Кроме того, схемой предусмотрена возможность пунктирного дробления исследуемой кривой путем подачи к модулирующему электроду переменного напряжения от сигнал-генератора, что позволяет определить масштаб времени наблюдаемого процесса. Все эти особенности, а также хорошо продуманная конструкция дают возможность отнести электронный осциллограф Л. Г. Андрейко к категории совершенных приборов.

* * *

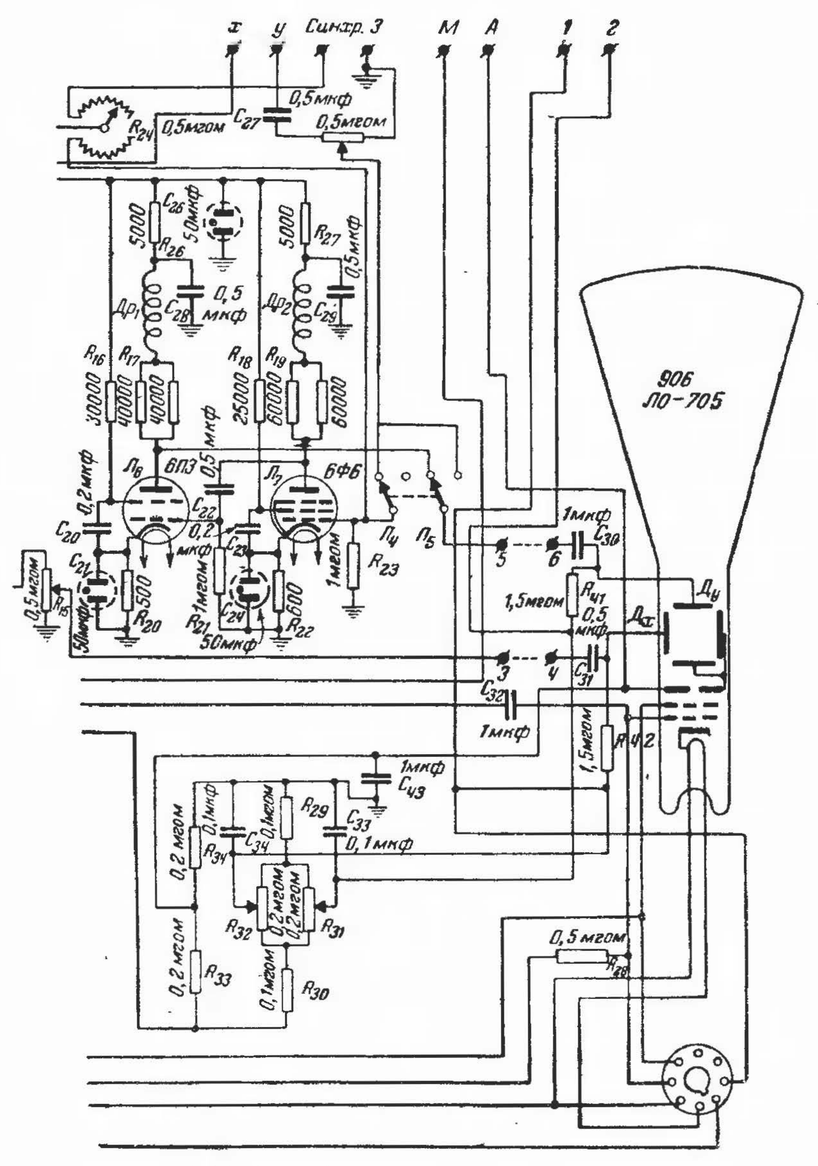
Работает осциллограф на трубке ЛО-705 (906). Схема его изображена на фиг. 11. Она состоит из четырех основных частей: развертывающей системы, усилителя синхронизации, усилителя исследуемых напряжений и питающего устройства.

Развертывающая система представляет собой четырехламповый мультивибратор. Для временной развертки используется экспоненциальная кривая разряда емкостей C_2—C_{13} через параллельно включенные лампы $Л_1$ и $Л_2$ типа 6К7. Лампа $Л_3$ является разрядной, лампа $Л_4$—управляющей. Обе последние лампы — типа 6П3.

Пилообразное напряжение снимается с анодов ламп $Л_1$ и $Л_2$ и подается на горизонтально-развертывающие рефлекторные пластины *Д*, через переменное сопротивление R_{15}, которым регулируется амплитуда пилы. С управляющей сетки лампы $Л_4$ снимаются отрицательные импульсы, служащие для



Фиг. 11. Принципиальная схема



осциллографа Л. Г. Андрэйко.

гашения луча во время его обратного хода. Эти импульсы подаются к модулирующему электроду трубки через R_{13} и R_{14}, из которых первое служит для регулировки амплитуды импульсов.

В схеме предусмотрена возможность подачи к модулирующему электроду дополнительного модулирующего напряжения от сигнал-генератора (зажим M), производящего пунктирное дробление изображения кривой и, таким образом, определяющего масштаб времени кривой наблюдаемого процесса. Такое дробление изображения очень удобно тем, что дает возможность наблюдать форму кривой одновременно с масштабом времени, тогда как в обычных осциллографических установках это производится путем периодического отключения исследуемого напряжения и подключения стандартного. При наблюдении процессов, происходящих с частотой выше 5 *мггц,* отрицательные импульсы, подаваемые на модулирующий электрод трубки, уменьшаются, вследствие чего для гашения луча сопротивление R_{13} приходится замыкать выключателем $П$ спаренным с переменным сопротивлением R_{14}.

В схеме применен усилитель синхронизации, работающий на лампе $Л_5$ типа 6Ф6. Сетка этой лампы через емкость C_{19} и сопротивление R_{12} соединена с движком переменного сопротивления R_{24}, дужка которого разделена на две части, из которых одна служит для изменения связи усилителя синхронизации с собственными импульсами, а другая—с внешним синхронизирующим напряжением (зажим «Синхр»).

Переключателями $П_2$ и $П_3$ производят выключение мультивибратора, когда горизонтальная развертка производится напряжением постороннего источника (зажим X). При среднем положении этих переключателей усилитель синхронизации используется для усиления этого напряжения.

Усилитель исследуемого напряжения состоит из двух каскадов, собранных на лампах 6П3 ($Л_6$) и 6Ф6 ($Л_7$). В усилителе предусмотрена коррекция частотной и фазовой характеристик. На высоких частотах коррекция осуществляется дросселями $Др_1$ и $Др_2$, включенными в анодные цепи ламп, а на низких частотах — развязывающими цепями R_{26} — C_{28} и R_{27} — C_{29}. Исследуемое напряжение на усилитель подается с зажима Y через конденсатор C_{27}, переменное сопротивление R_{25} и переключатели $П_4$ и $П_5$. Переменным сопротивлением R_{25} регулируется амплитуда исследуемого напряжения, а переключатели $П_4$ — $П_5$ служат для перехода с работы с усилителем на работу без него.

При работе на очень высоких частотах, когда исследуемое напряжение подключено к зажимам *X* и *Y*, входные емкости могут вносить заметные искажения. Во избежание этого в схеме предусмотрена возможность непосредственного подключения напряжения к дифлекторным пластинам через зажимы *4* и *6*; при этом перемычка с зажимов *3*, *4*, *5* и *6* должны быть сняты.

Питание анодных цепей лампы мультивибратора и усилителей осуществляется от обычного двухполупериодного выпрямителя, работающего на лампе 5Ц4 ($Л_8$). Для питания трубки высоким напряжением применена схема, собранная на двух лампах типа 6С5 ($Л_9$ и $Л_{10}$), сетки которых соединены с анодами. Переменное напряжение для высоковольтного выпрямителя берется от крайних точек повышающей обмотки силового трансформатора. Для питания накала выпрямительных ламп 6С5 и лучевой трубки имеется отдельный маломощный силовой трансформатор. Выпрямитель может работать также и без удвоения напряжения. Для этого переключателем $П_6$ следует разомкнуть цепь, в которую включена емкость C_{41}. Плюс высокого напряжения соединен с корпусом осциллографа, а минус—с катодом трубки. Второй анод трубки находится под положительным потенциалом в 150 *в* относительно корпуса прибора. Это напряжение подается к нему с делителя $R_{33}-R_{34}$. К дефлекторным пластинам трубки напряжение подводится с делителей R_{31} и R_{32}. Изменяя положение движков переменных сопротивлений R_{31} и R_{32}, можно осуществлять смещение изображения на экране как по оси *X*, так и по оси *Y*.

Зажимы *1* и *2* служат для подачи внешних отклоняющих напряжений на дефлекторные пластины, а клемма *А*—для подачи высокого напряжения на анод трубки от постороннего источника тока.

Яркость изображения регулируется изменением смещения на модулирующем электроде трубки, которое снимается с переменного сопротивления R_{38}. Фокусировкой луча управляет переменное сопротивление R_{36}, подающее на первый анод трубки потенциал, положительный относительно катода.

На случай, если в осциллографе будет желательно использовать трубку другого типа, от электродов трубки 906 сделаны выводы к специальной панельке, через которую может быть подано питание на любую другую трубку, расположенную вне осциллографической установки. При использовании же трубки, расположенной внутри осциллографа, в соедини-

тельную панельку необходимо вставить колодку, включающую цепь накала трубки.

Выключатель $П_1$ смонтирован на сопротивлении R_{13}, а выключатель сети — на сопротивлении R_{38}.

Дроссели высокой частоты намотаны на секционированных эбонитовых каркасах и имеют каждый по 1 000 витков ПЭ 0,1. Дроссель фильтра взят от приемника СВД-9. Силовой трансформатор $Тр_1$ применен типа СВД-1.

Трансформатор накала ламп $Тр_2$ собран на сердечнике типа Ш-19 (набор 20 *мм*). Сетевая обмотка его имеет 1 400 витков ПЭ-0,35; обмотка накала ламп $Л_9$ и $Л_{10}$ — по 70 витков ПЭ-0,5 каждая, а обмотка накала трубки — 28 витков ПЭ-1,0. Трансформатор заключен в железный кожух. В фильтрах цепей высокого напряжения использованы бумажные конденсаторы C_{37} и C_{41} типа КГД по 1 *мкф* каждый. Остальные конденсаторы — обычного типа.

Величины всех сопротивлений и емкостей указаны в схеме.

Осциллограф смонтирован на жестком алюминиевом каркасе. Основные органы управления выведены на переднюю панель. Всего имеется 13 ручек: 1) яркость (R_{38}); 2) фокусировка (R_{36}); 3) смещение по оси X (R_{32}); 4) смещение по оси Y (R_{31}); 5) амплитуда по оси X (R_{15}); 6) амплитуда по оси Y (R_{25}); 7) грубая регулировка частоты ($П$); 8) плавная регулировка частоты (R_3); 9) переключатель рода работы и усиления по оси X ($П_2$ — $П_3$); 10) переключатель по оси X ($П_4$ — $П_5$); 11) регулировка внутренней и внешней синхронизации (R_{24}); 12) регулировка внутренней и внешней модуляции луча (R_{13}); 13) переключение режима питания трубки с 1 200 на 1 800 ($П_6$). В верхней части каркаса располагается трубка, которая помещается в железный разъемный экран, защищающий ее от влияния переменных магнитных полей. Выпрямительное устройство расположено в задней части осциллографа. Осциллограф помещается в железный ящик.

Международные[1] электрические единицы (ОСТ-515 и ОСТ-5037)

Наименование	Обозначения шрифтом		Определение	Отношение к основной единице
	иностран.	русск.		
Единицы электрического сопротивления				
Международный ом	Ω	*ом*	Сопротивление при неизменяющемся электрическом токе и при температуре тающего льда ртутного столба длиной в 106, 300 *см*, имеющего сечение одинаковое по всей длине и массу в 14,4521 *г*	1
Мегом	MΩ	*мгом*	Один миллион омов (1 000 000 *ом*)	10^{6}
Микром	μΩ	*мком*	Одна миллионная ома (0,000 001 *ом*)	10^{-6}
Единицы силы тока				
Международный ампер	A	*а*	Сила неизменяющегося электрического тока, который отлагает 0,00111800 *г* серебра в секунду, проходя через водный раствор азотнокислого серебра	1
Миллиампер	mA	*ма*	Одна тысячная ампера (0,001 *а*)	10^{-3}
Микроампер	μA	*мка*	Одна миллионная ампера (0,000 001 *а*)	10^{-6}
Единицы электрического напряжения и электродвижущей силы				
Международный вольт	V	*в*	Электрическое напряжение или электродвижущая сила, которые в проводнике, имеющем сопротивление в 1 *ом*, производят ток силой в 1 *а*	1
Киловольт	kV	*кв*	Одна тысяча вольт (1 000 *в*)	10^{3}
Милливольт	mV	*мв*	Одна тысячная вольта (0,001 *в*)	10^{-3}
Микровольт	μV	*мкв*	Одна миллионная вольта (0,000 001 *в*)	10^{-6}
Единицы электрической мощности	W	*вт*	Мощность неизменяющегося электрического тока силой в 1 *а* при напряжении в 1 *в*	

Наименование	Обозначения шрифтом		Определение	Отношение к основной
	иностран.	русск.		
Мегаватт	MW	*мгвт*	Один миллион ватт (1 000 000 *вт*)	10^{-6}
Киловатт	kW	*квт*	Одна тысяча ватт (1 000 *вт*)	10^{-3}
Гектоватт	hW	*гвт*	Сто ватт (100 *вт*)	10^{-2}
Милливатт	mW	*мвт*	Одна тысячная ватта (0,001 *вт*)	10^{-3}
Микроватт	μW	*мквт*	Одна миллионная ватта (0,000 001 *вт*)	10^{-6}
Единицы количества электричества				
Международный кулон (ампер-секунда)	C	*к*	Количество электричества, протекающее через поперечное сечение проводника в течение 1 сек. при токе силой в 1 *а*	1
Ампер-час	Ah	*а-ч*	Три тысячи шестьсот кулонов (3 600 C)	$36 \cdot 10^{2}$
Микрокулон		*мкк*	Одна миллионная кулона (0,000 001 C)	10^{-6}
Единицы работы электрического тока				
Международная ватт-секунда	Ws	*вт-с*	Работа, совершаемая электрическим током в течение 1 сек. при мощности тока в 1 *вт*	1
Международный джоуль	J	*дж*		
Ватт-час	Wh	*вт-ч*	Три тысячи шестьсот ватт-секунд (3 600 *втс*)	$36 \cdot 10^{2}$
Мегаватт-час	MWh	*мгвт-ч*	Один миллион ватт-часов (1 000 000 *втч*)	$36 \cdot 10^{8}$
Киловатт-час	kWh	*квт-ч*	Одна тысяча ватт-часов (1 000 *втч*)	36·
Гектоватт-час	hWh	*гвт-ч*	Сто ватт-часов (100 *втч*)	36·
Единицы электрической емкости				
Международная фарада	F	*ф*	Емкость конденсатора, заряжаемого до напряжения в 1 *в* одним кулоном	1

Продолжение

Наименование	Обозначения шрифтом: иностран.	Обозначения шрифтом: русск.	Определение	Отношение к основной единице
Микрофарада	μF	*мкф*	Одна миллионная фарады (0,000 001 *ф*)	10^{-6}
Микромикрофарада[2]	μμF	*мкмкф*	Одна миллионная микрофарады (0,000 001 *мкф*)	10^{-12}
Единицы самоиндукции и взаимной индукции				
Международный генри[3]	H	*гн*	Самоиндукция электрической цепи, в которой индуктируется электродвижущая сила в 1 *в* при равномерном изменении тока в этой же цепи со скоростью 1 *а/сек* Взаимная индукция в системе двух электрических цепей, в одной из которых индуктируется электродвижущая сила в 1 *в* при равномерном изменении тока в другой цепи со скоростью 1 *а/сек*.	1
Миллигенри	mH	*мгн*	Одна тысячная генри (0,001 *гн*)	10^{-3}
Микрогенри	μH	*мкгн*	Одна миллионная генри (0,000 001 *гн*)	10^{-6}
Единицы частоты				
Герц	Hz	*гц*	Частота периодически изменяющейся во времени величины, период которой равен одной средней солнечной секунде	1
Килогерц	kHz	*кгц*	Одна тысяча герц (1 000 *гц*)	10^{3}
Мегагерц	MHz	*мггц*	Один миллион герц (1 000 000 *гц*)	10^{-6}

[1] Слово „международный" в наименовании электрических единиц может опускаться во всех случаях, кроме тех, когда необходимо отличить международные единицы от одноименных практических единиц абсолютной электромагнитной системы.
[2] Эта единица иногда называется еще и пикофарада.
[3] Между генри и электромагнитной единицей коэффициента самоиндукции (сантиметром) существует такое отношение: 1 *гн* = 10^{3} *см*.